

Requested Patent: JP9152309A
Title: METHOD AND DEVICE FOR POSITION DETECTION ;
Abstracted Patent: JP9152309 ;
Publication Date: 1997-06-10 ;
Inventor(s): KOMATSU KOICHIRO ;
Applicant(s): NIKON CORP ;
Application Number: JP19950333984 19951129 ;
Priority Number(s): ;
IPC Classification: G01B11/00; H01L21/027 ;
Equivalents: ;

- use gratings

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To raise precision of position detection by detecting a position of a mark based on intensity of diffracted light modulated according to structure of a diffraction grating mark. SOLUTION: A diffraction grating mark consisting of the first area, acting as a light shielding area, and the second area, acting as transmission area, which are formed alternately with a specified pitch along a specified direction, is made into a position detecting mark WM. The light flux from a laser light source 1 is frequency-modulated at acousto-optic elements 3a and 3b, and the resulting things are crossed on the mark WM on a to-be-detected material 9. Two reflection diffracted lights generated on the mark WM work as interference light for introduced to a photodetecting optical system, and, a signal process system 11 detects the position of the mark WM based on the detection signal of a photoelectric conversion element 10. When the center of mark WM and the intersecting point of two irradiating flux correspond to each other, that is, when intensity of primary diffracted light from the mark WM to irradiation of two flux comes to the maximum, the central position of mark WM is detected.

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-152309

(43)公開日 平成9年(1997)6月10日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 B	11/00		G 0 1 B 11/00	G
H 0 1 L	21/027		H 0 1 L 21/30	5 0 2 M 5 2 2 D 5 2 5 H

審査請求 未請求 請求項の数8 F D (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平7-333984

(22)出願日 平成7年(1995)11月29日

(71)出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72)発明者 小松 宏一郎

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株

式会社ニコン内

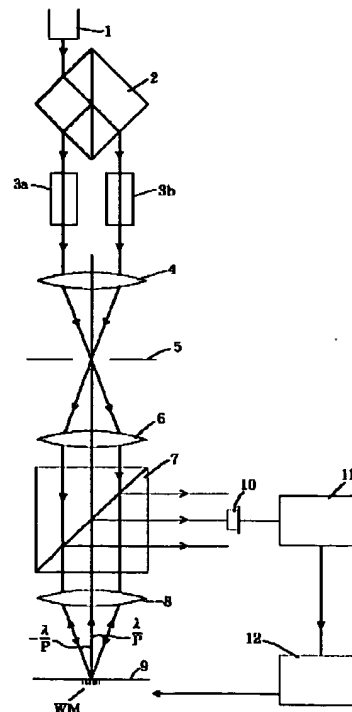
(74)代理人 弁理士 山口 孝雄

(54)【発明の名称】 位置検出装置および位置検出方法

(57)【要約】

【課題】 他の方式の位置合わせ機構による位置検出用マークの粗位置合わせを行うことなく、高精度な位置検出が可能な位置検出装置および方法。

【解決手段】 第1領域と第2領域との長さの比が変化するように第1領域と第2領域とが所定のピッチで交互に配列された回折格子マークを有する被検物体に対して可干渉な光束を照射するための照射光学系と、可干渉な光束により回折格子マーク上に形成される干渉縞と回折格子マークとを相対的に走査するための走査手段と、可干渉な光束の照射により回折格子マークから発生する回折光を検出信号に光電変換するための光電検出器と、回折格子マークの構造によって変調される回折光の強度が所定の状態となるときに検出信号の出力に基づいて回折格子マークの位置を検出するための検出手段とを備えている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 所定の方向に沿った第1領域と第2領域との長さの比が変化するように、前記所定方向に沿って第1領域と第2領域とが所定のピッチで交互に配列された回折格子マークを有する被検物体に対して可干渉な光束を照射するための照射光学系と、前記可干渉な光束により前記回折格子マーク上に形成される干渉縞と前記回折格子マークとを相対的に走査するための走査手段と、前記可干渉な光束の照射により前記回折格子マークから発生する回折光を検出信号に光電変換するための光電検出器と、前記所定の方向に沿った第1領域と第2領域との長さの比が変化する前記回折格子マークの構造によって変調される前記回折光の強度が所定の状態となるときの前記検出信号の出力に基づいて、前記回折格子マークの位置を検出するための検出手段とを備えていることを特徴とする位置検出装置。

【請求項2】 前記検出手段は、前記回折格子マークの構造によって変調される前記回折光の強度が極大または極小となるときの前記検出信号の出力に基づいて、前記回折格子マークの位置を検出することを特徴とする請求項1に記載の位置検出装置。

【請求項3】 前記照射光学系は、前記所定の方向に沿った第1の領域と第2の領域との長さの比が前記回折格子マークの中心から前記回折格子マークの前記所定方向に沿った一端にかけて単調減少するとともに、前記所定の方向に沿った第1の領域と第2の領域との長さの比が前記回折格子マークの中心から前記回折格子マークの前記所定方向に沿った他端にかけて単調減少する構造を有する前記回折格子マークに対して可干渉な光束を照射し、前記検出手段は、前記回折格子マークの構造によって変調される前記回折光の強度が極大となるときの前記検出信号の出力に基づいて、前記回折格子マークの中心位置を検出することを特徴とする請求項2に記載の位置検出装置。

【請求項4】 前記照射光学系は、前記所定の方向に沿った第1の領域と第2の領域との長さの比が前記回折格子マークの前記所定方向に沿った一端から他端にかけて単調に変化する前記回折格子マークに対して可干渉な光束を照射し、前記検出手段は、前記回折格子マークの構造によって変調される前記回折光の強度が所定の状態となるときの前記検出信号の出力に基づいて、前記回折格子マークの中心位置を検出することを特徴とする請求項1に記載の位置検出装置。

【請求項5】 位置検出用マークが形成された被検物体の位置を検出する位置検出方法において、前記位置検出用マークは、所定方向に沿って第1領域と

第2領域とが所定のピッチで交互に配列され、且つ前記所定の方向に沿った第1領域と第2領域との長さの比が変化する回折格子マークで構成され、前記位置検出用マークに対して可干渉な光束を照射することにより前記回折格子マーク上に干渉縞を形成する第1工程と、前記干渉縞と前記回折マークとを相対的に走査することによって生成される回折光を検出信号に光電変換する第2工程と、前記所定の方向に沿った第1領域と第2領域との長さの比が変化する前記回折格子マークの構造によって変調される前記回折光の強度が所定状態となるときの前記検出信号の出力に基づいて、前記位置検出用マークの位置を検出する第3工程とを備えていることを特徴とする位置検出方法。

【請求項6】 前記第3工程は、前記位置検出用マークの構造によって変調される前記回折光の強度が極大または極小となるときの前記検出信号の出力に基づいて、前記位置検出用マークの位置を検出することを特徴とする請求項5に記載の位置検出方法。

【請求項7】 前記位置検出用マークは、前記所定の方向に沿った第1の領域と第2の領域との長さの比が前記位置検出用マークの中心から前記位置検出用マークの前記所定方向に沿った一端にかけて単調減少するとともに、前記所定の方向に沿った第1の領域と第2の領域との長さの比が前記位置検出用マークの中心から前記位置検出用マークの前記所定方向に沿った他端にかけて単調減少する構造を有し、

前記第3工程は、前記位置検出用マークの構造によって変調される前記回折光の強度が極大となるときの前記検出信号の出力に基づいて、前記位置検出用マークの中心位置を検出することを特徴とする請求項6に記載の位置検出方法。

【請求項8】 前記位置検出用マークは、前記所定の方向に沿った第1の領域と第2の領域との長さの比が前記位置検出用マークの前記所定方向に沿った一端から他端にかけて単調に変化する構造を有し、

前記第3工程は、前記位置検出用マークの構造によって変調される前記回折光の強度が所定の状態となるときの前記検出信号の出力に基づいて、前記位置検出用マークの中心位置を検出することを特徴とする請求項5に記載の位置検出方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は位置検出装置および方法に関し、特に半導体素子や液晶表示素子などの製造のための露光装置において感光性基板またはマスクの位置検出を行う装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来のこの種の装置として、たとえば特開平2-272305号公報に、2光束干渉を利用した位置検出装置が開示されている。この位置検出装置にお

いては、被検物体の位置を高精度に検出することができる。しかしながら、被検物体の位置ずれ量が位置検出用マーク（回折格子状のパターン）のピッチの半分以上になると、検出信号の位相が 2π を越えてしまい、被検物体が正しい位置にあるか否かを判別することができなくなってしまう。

【0003】このため、たとえば特開昭60-130742号公報に開示のLSA（レーザ・ステップ・アライメント）系のような他の適当な方式の位置合わせ機構により、位置検出用マークのピッチの半分以下の精度で被検物体をあらかじめ粗位置合わせ（プリアライメント）する必要がある。たとえば、最終的な位置検出精度を6nmとし、位相の検出精度を1周期の $1/1000$ 程度とすると、位置検出用マークの所要ピッチは6 μ mとなると、すなわち、2光束干渉を利用した位置検出装置で検出する前に、位置検出用マークを3 μ m以下の精度であらかじめ粗位置合わせする必要がある。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、マーク段差の小さいウエハや表面荒れの激しいアルミウエハなどの被検物体に対して、LSA系のような他の方式の位置合わせ機構の精度が著しく低下することがある。この場合、2光束干渉を利用した位置検出装置での高精度検出に先立って、位置検出用マークのピッチの半分の精度で位置検出用マークを粗位置合わせすることが困難になってしまう。

【0005】本発明は、前述の課題に鑑みてなされたものであり、他の方式の位置合わせ機構による位置検出用マークの粗位置合わせを行うことなく、高精度な位置検出が可能な位置検出装置および方法を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決するため、本発明においては、所定の方向に沿った第1領域と第2領域との長さの比が変化するように、前記所定方向に沿って第1領域と第2領域とが所定のピッチで交互に配列された回折格子マークを有する被検物体に対して可干渉な光束を照射するための照射光学系と、前記可干渉な光束により前記回折格子マーク上に形成される干渉縞と前記回折格子マークとを相対的に走査するための走査手段と、前記可干渉な光束の照射により前記回折格子マークから発生する回折光を検出信号に光電変換するための光電検出器と、前記所定の方向に沿った第1領域と第2領域との長さの比が変化する前記回折格子マークの構造によって変調される前記回折光の強度が所定の状態となるときの前記検出信号の出力に基づいて、前記回折格子マークの位置を検出するための検出手段とを備えていることを特徴とする位置検出装置を提供する。

【0007】本発明の好ましい態様によれば、前記検出手段は、前記回折格子マークの構造によって変調される

前記回折光の強度が極大または極小となるときの前記検出信号の出力に基づいて、前記回折格子マークの位置を検出する。

【0008】本発明の別の局面によれば、位置検出用マークが形成された被検物体の位置を検出する位置検出方法において、前記位置検出用マークは、所定方向に沿って第1領域と第2領域とが所定のピッチで交互に配列され、且つ前記所定の方向に沿った第1領域と第2領域との長さの比が変化する回折格子マークで構成され、前記位置検出用マークに対して可干渉な光束を照射することにより前記回折格子マーク上に干渉縞を形成する第1工程と、前記干渉縞と前記回折マークとを相対的に走査することによって生成される回折光を検出信号に光電変換する第2工程と、前記所定の方向に沿った第1領域と第2領域との長さの比が変化する前記回折格子マークの構造によって変調される前記回折光の強度が所定状態となるときの前記検出信号の出力に基づいて、前記位置検出用マークの位置を検出する第3工程とを備えていることを特徴とする位置検出方法を提供する。

【0009】

【発明の実施の形態】本発明では、位置検出用マークとして、所定方向に沿って第1領域と第2領域とが所定のピッチで交互に配列され且つ所定の方向に沿った第1領域と第2領域との長さの比が変化するような回折格子マークを用いている。したがって、位置検出用マークに対して可干渉な光束を照射することにより生成される回折光を光電変換して検出信号が得られる。こうして、回折格子マークの構造によって変調される回折光の強度が所定状態となるときに検出信号の出力に基づいて、位置検出用マークの位置を検出することができる。

【0010】具体的には、たとえばマーク中心においてデューティが0.5であり且つマーク端にかけてデューティがほぼ単調変化するような一定ピッチの回折格子マークを用いている。したがって、たとえば2光束干渉を利用してマーク中心の位置検出を行う場合、2光束の交差点（中心点）とマーク中心とが一致したときに、2光束に対する位置検出用マークからの1次回折光の強度が最大になる。すなわち、位置検出用マークからの回折光の強度が最大になるとき、位置検出用マークの中心位置を検出することができる。このように、本発明では、位置検出用マークのピッチの半分以上の位置ずれがあっても、たとえば2光束干渉を利用して高精度で迅速な位置検出が可能である。

【0011】本発明では、回折格子マークのデューティを変化させると回折光の強度が変化する原理を利用している。したがって、位置検出用の光束が位置検出用マークを完全に照射するような場合にも、走査に伴う回折光の強度変化に関するデータに基づいて、照射する光束の強度分布や照射領域の形状の影響を受けにくい高精度な位置検出が可能となる。また、本発明による位置検出で

粗位置合わせを行い、ピッチおよびデューティが一定の通常の回折格子マークからなる別の位置検出用マークからの検出信号の位相情報に基づいて最終位置合わせ（ファインアライメント）をさらに高精度に行うこともできる。

【0012】本発明の実施例を、添付図面に基づいて説明する。図1は、本発明の実施例にかかる位置検出装置の構成を概略的に示す図である。本実施例は、2光束ヘテロダイン干渉方式の位置検出装置に本発明を適用した例である。図1の2光束ヘテロダイン干渉方式の位置検出装置は、位置検出光を供給するレーザ光源1を備えている。レーザ光源1からの光束は、ビームスプリッタ2を介して2つに分割された後、互いに異なる音響光学素子3aおよび3bにそれぞれ入射する。

【0013】互いに異なる音響光学素子3aおよび3bでそれぞれ周波数変調を受けた2つの光束には所定の周波数差が付与され、集光レンズ4により視野絞り5上で交差するように集束される。視野絞り5を介した2つの光束は、第2対物レンズ6を介して、送受光分離プリズム7に入射する。送受光分離プリズム7を透過した2つの光束は、第1対物レンズ8を介して、被検物体9上に形成された位置検出用マークWM上で再び交差する。なお、位置検出用マークWMは、後述するように、所定方向に沿って所定ピッチで交互に形成された遮光領域としての第1領域と透過領域としての第2領域とからなる回折格子マークである。ここで言う回折格子マークのピッチPとは、第1領域を挟んで隣接した位置にある2つの第2領域の各中心間の距離、または第2領域を挟んで隣接した位置にある2つの第1領域の各中心間の距離を意味する。

【0014】位置検出用マークWMに入射する2つの光束は、垂直入射光に対する位置検出用マークWMの±1次回折光の方向からそれぞれ入射するように構成されている。すなわち、位置検出用マークWMのマークピッチをPとし、検出光の波長をλとすると、2つの光束の入射角は±λ/Pである。したがって、2つの光束により

$$A(1) = \sin(\pi d) / \pi$$

上述の式(1)から、1次回折光の振幅(強度)は回折格子マークのデューティdに依存することがわかる。

【0018】図3は、図2の回折格子マークにおける1次回折光の振幅A(1)と回折格子マークのデューティdとの関係を示す図である。図3では、デューティdを横軸に、1次回折光の振幅A(1)を縦軸にそれぞれとっている。図3を参照すると、デューティdが0.5のとき、1次回折光の振幅A(1)が最大となっている。そして、デューティdが0.5から0または0.5から1に近づくにつれて1次回折光の振幅A(1)は単調に減少している。

【0019】図4は、ピッチが一定でデューティがマークの中心から端部にかけて単調減少するパターンからな

位置検出用マークWM上には干渉縞が形成され、この干渉縞によって位置検出用マークWMが光学的に走査される。こうして、2つの光束の照射により位置検出用マークWMから発生する光のうち±1次回折回折光は、被検物体9の面に対する法線方向に反射される。この2つの反射回折光は干渉光となって、第1対物レンズ8で再び集光された後、送受光分離プリズム7で反射されて受光光学系に導かれる。

【0015】受光光学系では、SPD(シリコンフォトダイオード)などの光電変換素子10により、干渉光の光量が電気信号すなわち検出信号に変換される。信号処理系11では、後述するように、この検出信号の出力に基づいて位置検出用マークWMの位置を検出することができる。さらに、信号処理系11では、光電変換素子10からの検出信号を位置検出用マークWMの位置ずれ量を表わす位置ずれ信号に変換する。信号処理系11からの位置ずれ信号は、制御系12に供給される。制御系12では、信号処理系11からの位置ずれ信号に応じて、被検物体9を保持しているステージ(不図示)を適宜駆動し、位置検出用マークWMの位置ずれを補正することによって位置合わせが行われる。

【0016】図2は、ピッチおよびデューティがともに一定のパターンからなる通常の回折格子マークの構成を示す図である。図2に示すように、通常の回折格子マークからなる位置検出用マークでは、所定方向に沿って一定のピッチPおよび一定のデューティdでパターン(図中斜線部で示す)が形成されている。なお、ピッチPとは所定方向に沿ったパターン間距離であり、デューティdとは所定方向に沿ったパターンの長さLのピッチPに対する比L/Pである。

【0017】簡単のために、図2において斜線部で示すパターン領域からのみ回折光が反射される強度格子(明暗パターンからなる回折格子)マークの場合を考える。このとき、1次回折光の振幅A(1)は、次の式(1)によって表わされる。

$$(1)$$

る回折格子マークの構成を示す図である。また、図5は、ピッチが一定でデューティがマークの一端から他端にかけて単調変化するパターンからなる回折格子マークの構成を示す図である。図4に示す回折格子マークでは、マークの中心におけるデューティを0.5とし、両端にかけてデューティが線形的に減少している。また、図5に示す回折格子マークでは、マークの中心におけるデューティを0.5とし、図中左端から右端にかけてデューティが線形的に増加している。

【0020】ピッチが一定でデューティが順次変化する回折格子マークに対する1次回折光の振幅は、上述の式(1)で表される振幅の総和である。したがって、本実施例では、図4および図5のようにデューティが順次変

化している回折格子マークを用いることにより、マークの中心と照射2光束の中心（交差点）とが一致したときに1次回折光の強度が最大となる。換言すれば、2光束の照射に対する位置検出用マークWMからの1次回折光の強度が最大になるとき、位置検出用マークWMの中心位置を検出することができる。

【0021】こうして、マークの中心と照射2光束の中心（交差点）とがピッチの半分以上初期的に位置ずれしていても、1次回折光の強度分布に基づいて位置検出を高精度に行うことができる。すなわち、他の位置合わせ機構による粗位置合わせを行うことなく、本実施例による位置検出方法により迅速且つ高精度に位置検出を行うことができる。なお、本実施例による位置検出で粗位置合わせを行い、ピッチおよびデューティが一定の通常の回折格子マークからなる別の位置検出用マークからの検出信号の位相情報に基づいて最終位置検出をさらに高精度に行うこともできる。

【0022】なお、上述の実施例では、図4および図5に示す回折格子マークのデューティの変化が線形的であったが、本発明ではデューティの変化がほぼ単調であることが必須要件である。したがって、デューティをたとえばアークサイン関数にしたがって変化させることにより、1次回折光の振幅の変化を線形的にすることができる。次の表（1）は、図4および図5の回折格子マークのデューティの変化および上述のアークサイン関数にしたがうデューティの変化を数値的に示している。

【0023】

【表1】

	A	B	C	D
-4	0.1	0.1	0.0641	0.0641
-3	0.2	0.2	0.1310	0.1310
-2	0.3	0.3	0.2048	0.2048
-1	0.4	0.4	0.2952	0.2952
0	0.5	0.5	0.5	0.5
1	0.4	0.6	0.2952	0.7048
2	0.3	0.7	0.2048	0.7952
3	0.2	0.8	0.1310	0.8690
4	0.1	0.9	0.0641	0.9359

【0024】表（1）において、左側の数字は、図中左

$$I_n = |\sin(\pi n d) / (\pi n)|^2 \quad (2)$$

ここで、回折光の強度が極値をとる時の条件は、上記（2）式を微分した値が以下の（3）式に示す如く零と

$$\sin(\pi n d) \times \cos(\pi n d) = 0 \quad (3)$$

【0028】そして、上式（2）が極大値を示すのは、 $\cos(\pi n d) = 0$ の時である。また、デューティdは、 $0 < d < 1$ の範囲の値をとる。このため、たとえば、回折光の強度が極大値をとる条件は、 $n = \pm 1$ の時にデューティdが0.5であり、 $n = \pm 2$ の時にデューティdが0.25または0.75であることである。

【0029】従って、±2次回折光を検出光として用い

側のパターン領域を-4とし、図中中央のパターン領域を0とし、図中右側のパターン領域を4として、9個のパターン領域を数値的に示している。したがって、図4の回折格子マークに対応するAの列では、デューティdが左端の0.1から中央の0.5まで線形に増加し、中央の0.5から右端の0.5まで線形に減少している。また、図5の回折格子マークに対応するBの列では、デューティdが左端の0.1から中央の0.5を経て右端の0.9まで線形に増加している。

【0025】さらに、アークサイン関数にしたがってデューティdが変化する例を示すCの列では、デューティdが左端の0.0641から中央の0.5までアークサイン関数にしたがって増加し、中央の0.5から右端の0.0641までアークサイン関数にしたがって減少している。また、アークサイン関数にしたがってデューティdが変化するもう1つの例を示すDの列では、デューティdが左端の0.0641から中央の0.5を経て右端の0.9359までアークサイン関数にしたがって増加している。

【0026】以上の実施例では、回折格子マークから発生する±1次回折光による検出信号がマーク中心において最大となるように、すなわち検出用の光束中心と回折格子マークの中心とが一致した時に検出される回折強度が最大となるように、マーク中心のデューティが0.5となるように設定した例を示している。しかしながら、回折格子マークの中心位置において発生する回折光を最大にするためには、マーク中心領域での遮光領域（第1領域）と透過領域（第2領域）との比を1：1、すなわちマーク中心領域のデューティを0.5とした場合に限ることはない。すなわち、検出すべき回折光の次数に応じて、回折格子マークの中心でのデューティを所定の値に設定すればよい。

【0027】具体的には、デューティdの強度格子のn次回折光（検出光）の強度 I_n は、一般的に次式（2）の如く表される。

なることである。

て、回折格子マークから発生する±2次回折光による検出信号がマーク中心において最大となるようにするためには、遮光領域（第1領域）と透過領域（第2領域）との比を3：1とし、マーク中心部からマーク端部へ行くに従って、検出強度が単調減少するように遮光領域（第1領域）と透過領域（第2領域）との比が3：1から外れるように回折格子マークを構成すれば良い。あるい

は、遮光領域（第1領域）と透過領域（第2領域）との比を1:3とし、マーク中心部からマーク端部へ行くに従って、検出強度が単調減少するように遮光領域（第1領域）と透過領域（第2領域）との比が1:3から外れ

$$d = (m + 0.5) / n \quad (0 < d < 1) \quad (4)$$

但し、 m および n は整数であり、 n は回折次数である。

【0031】以上の如く、回折格子マークから発生する $\pm n$ 次回折光による検出信号がマーク中心において最大となるようにするためには、上式(4)により決定されるデューティ d を求め、その時のデューティ d が回折格子マークの中心となるように構成すれば良い。

【0032】さらに別の例としては、回折格子マークから発生する $\pm n$ 次回折光による検出信号がマーク中心において最小とし、マーク中心部からマークの端部へ行くに従って、 $\pm n$ 次回折光による検出信号が単調増加するように、回折格子マークを構成しても良い。この場合、上式(2)が極小値を示すのは、 $\sin(\pi n d) = 0$ の時である。また、デューティ d は、 $0 < d < 1$ の範囲の値をとる。このため、例えば、回折光の強度が極小値を

$$d = m / n \quad (0 < d < 1)$$

但し、 m および n は整数であり、 n は1次以上の回折次数、即ち $|n| > 1$ である。

【0035】以上の如く、回折格子マークから発生する $\pm n$ 次回折光による検出信号がマーク中心において最小となるようにするためには、上式(5)により決定されるデューティ d を求め、その時のデューティ d が回折格子マークの中心となるように構成すれば良い。

【0036】また、上述の実施例では、説明を簡単にするために位置検出用マークとして明暗パターンからなる強度格子マークを用いている。しかしながら、一定の段差で形成された位相格子マークを位置検出用マークに用いることもできる。さらに、特開平6-82215号公報に開示されているような複数の光源を用いた位置検出光学系にも本発明を適用することができるのはいうまでもない。

【0037】以上の如く、マーク中心におけるデューティの値およびマーク全体に亘るデューティの変化を適当に設定することにより、光束中心とマーク中心とが一致したときに回折光の強度が所定の状態、たとえば極大または極小になるように構成することができることは明らかである。

【0038】さらに、上述の実施例では、2光束ヘテロダイン干渉を利用した位置検出装置を示しているが、2つの光束に周波数差を付与しない2光束ホモダイン干渉を利用した位置検出装置にも本発明を適用することができる。

【0039】

【効果】以上説明したように、本発明では、位置検出用マークの中心と検出光の中心との位置ずれ情報が検出信号の振幅に含まれるので、位置検出用マークのピッチの

るように回折格子マークを構成すれば良い。

【0030】よって、上式(2)が極大値を示す時のデューティ d を一般的に示せば、以下の(4)式の如く表現することができる。

$$(4)$$

とる条件は、 $n = \pm 2$ の時のデューティ d が0.5であることである。なお、 $n = \pm 1$ の時には、デューティ d を0または1の近傍にすれば良い。

【0033】従って、 ± 2 次回折光を検出光として用いて、回折格子マークから発生する ± 2 次回折光による検出信号がマーク中心において最小となるようにするためには、遮光領域（第1領域）と透過領域（第2領域）との比を1:1とし、マーク中心部からマーク端部へ行くに従って、検出強度が単調増加するように遮光領域（第1領域）と透過領域（第2領域）との比が1:1から外れるように回折格子マークを構成すれば良い。

【0034】よって、上式(2)が極小値を示す時のデューティ d を一般的に示せば、以下の(5)式の如く表現することができる。

$$(5)$$

半分以上の位置ずれがあっても、たとえば2光束干渉を利用して高精度且つ迅速な位置検出が可能である。また、本発明による位置検出で粗位置合わせを行い、ピッチおよびデューティが一定の通常の回折格子マークからなる別の位置検出用マークからの検出信号の位相情報に基づいて最終位置検出をさらに高精度に行うこともできる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例にかかる位置検出装置の構成を概略的に示す図である。

【図2】ピッチおよびデューティがともに一定のパターンからなる通常の回折格子マークの構成を示す図である。

【図3】図2の回折格子マークにおける1次回折光の振幅 $A(1)$ と回折格子マークのデューティ d との関係を示す図である。

【図4】ピッチが一定でデューティがマークの中心から端部にかけて単調減少するパターンからなる回折格子マークの構成を示す図である。

【図5】ピッチが一定でデューティがマークの一端から他端にかけて単調変化するパターンからなる回折格子マークの構成を示す図である。

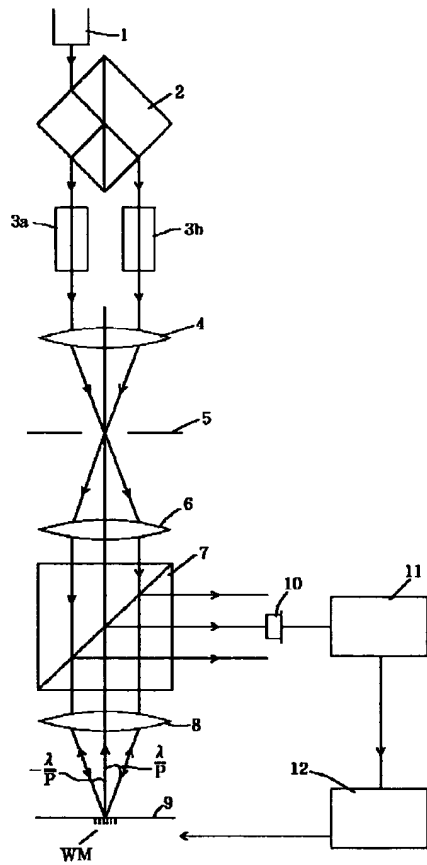
【符号の説明】

- 1 レーザ光源
- 2 ビームスプリッター
- 3 音響光学素子
- 4 集光レンズ
- 5 視野絞り
- 6 第2対物レンズ
- 7 送受光分離プリズム

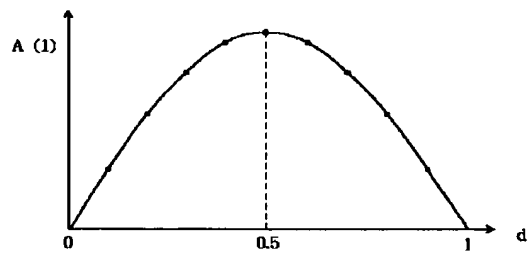
- 8 第1対物レンズ
9 被検物体
10 光電変換素子

- 11 信号処理系
12 制御系
WM 位置検出用マーク

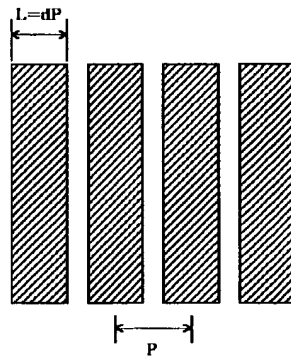
【図1】



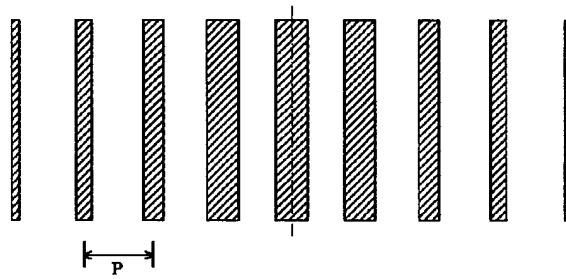
【図3】



【図2】



【図4】



【図5】

